



(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.11.2001 Patentblatt 2001/46

(51) Int Cl.7: **G01C 15/00**

(21) Anmeldenummer: 01111164.8

(22) Anmeldetag: 10.05.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:

- **Platte, Daniel, Dr. rer.nat. Dipl.-Phys.**  
**45277 Essen (DE)**
- **Sahle, Kurt, Dipl.-Ing.**  
**58285 Gevelsberg (DE)**

**(30) Priorität: 10.05.2000 DE 10022796**

**(74) Vertreter: HOFFMANN - EITLE**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Arabellastrasse 4**  
**81925 München (DE)**

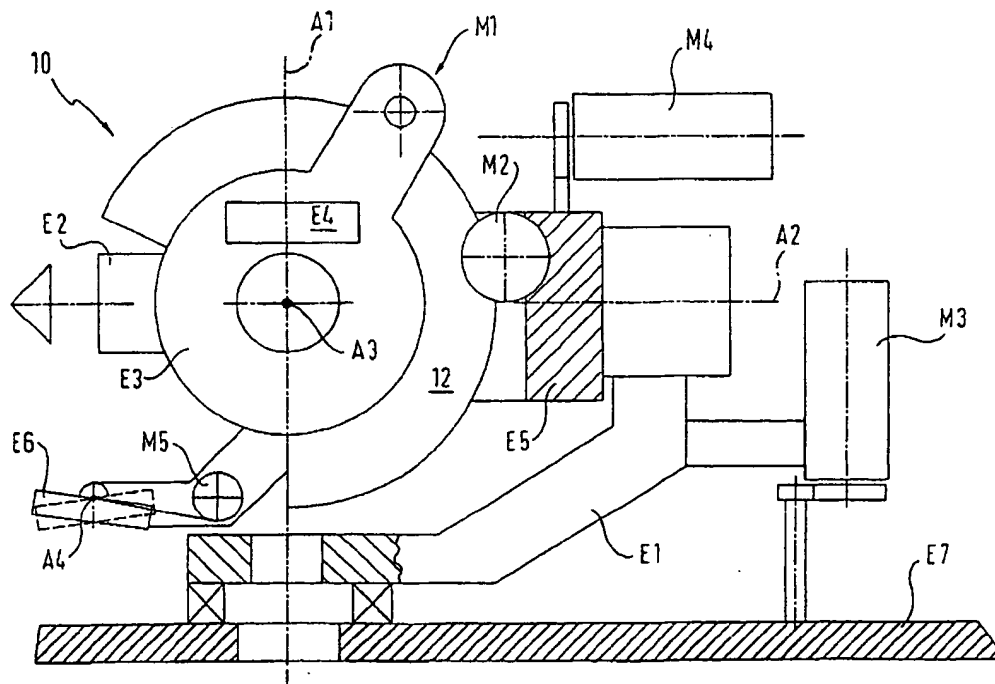
(71) Anmelder: **Quante Baulaser GmbH**  
45525 Hattingen (DE)

(54) **Lasermessgerät und Verfahren zum Ausrichten eines Laserstrahls**

(57) Ein Lasermessgerät weist eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2), ein Steigungsmesswerk (E3), das sowohl relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) als auch zusammen mit dieser verdrehbar ist, eine Einrichtung (M1) zum Verdrehen des Steigungsmesswerks (E3) bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) auf.

gungseinrichtung (E2), eine Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) zusammen mit dem Steigungsmesswerk (E3) bezüglich des Messgeräts (10) um eine Drehachse (A3), und ein Dreh-Eingriffselement (12) auf, das mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) fest verbunden ist und die Drehachse (A3) derselben zumindest teilweise umgibt.

Fig. 1



**EP. 1 154 233 A2**

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Lasermessgerät und ein Verfahren zum Ausrichten eines von einem Lasermessgerät erzeugten Laserstrahls.

**[0002]** Auf dem Gebiet der Vermessungs- und Bautechnik werden Lasermessgeräte eingesetzt, um zum einen bestimmte örtliche Gegebenheiten zu vermessen und zum anderen mittels eines erzeugten Laserstrahls eine Ausrichtung von Gegenständen zu unterstützen, die in einer bestimmten Weise erstellt oder angeordnet werden sollen. Insbesondere auf dem Gebiet des Kanalbaus finden Lasermessgeräte Verwendung, mittels derer ein in einer bestimmten Richtung und mit einer bestimmten Neigung oder Steigung ausgerichteter Laserstrahl verwendet wird, um einzelne Rohrelemente entlang des erzeugten Laserstrahls zu verlegen.

### STAND DER TECHNIK

**[0003]** Aus der EP 0 699 891 A1 ist ein für diesen Zweck geeignetes Lasermessgerät bekannt, das eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung und ein Steigungsmesswerk aufweist. Mittels einer Einrichtung zum Verstellen des Steigungsmesswerks wird zunächst ein bestimmter Winkel zwischen dem Steigungsmesswerk und der Laserstrahlerzeugungseinrichtung eingestellt, der mittels eines Encoders gemessen wird. Zu diesem Zweck ist an dem Rohr, in dem die Laseroptik aufgenommen ist, ein Spindeltrieb befestigt, der über ein Hebelgetriebe auf den Encoder wirkt. Nachfolgend wird das Steigungsmesswerk zusammen mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung in eine Position gebracht, in der ein an dem Steigungsmesswerk angebrachter Lagesensor die Nulllage anzeigt. Hierfür ist ein weiterer Spindeltrieb vorgesehen, der zwischen dem Rohr für die Laseroptik und dem Gerätegehäuse wirkt. Nach diesem Vorgang ist der erzeugte Laserstrahl unter dem vorangehend für das Steigungsmesswerk gemessenen Winkel bezüglich der Horizontalen ausgerichtet.

**[0004]** Bei dem bekannten Lasermessgerät erfolgt sowohl die Verstellung des Steigungsmesswerks bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung als auch die Verstellung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung zusammen mit dem Steigungsmesswerk und der zugeordneten Verstelleinrichtung mittels der genannten Spindeln und Hebelgetriebe. Aufgrund der Verwendung von Spindeln und der Übertragung der erzeugten Verstellbewegung mittels angeflanschter Hebel kann bei dem bekannten Lasermessgerät nicht nur lediglich ein vergleichsweise kleiner Verstellbereich realisiert werden, sondern das Gerät weist aufgrund der ausladenden Antriebe einen relativ hohen Platzbedarf auf.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer geringeren Baugröße des Geräts verbesserte Verstell- und Einsatzmöglichkeiten des erzeugten Laserstrahls zu schaffen.

**[0006]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch das Lasermessgerät nach den Patentansprüchen 1 und 2, und durch ein Verfahren nach Anspruch 14.

**[0007]** Demzufolge weist das erfindungsgemäße Lasermessgerät nach Anspruch 1 zum einen eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung und zum anderen ein Steigungsmesswerk auf, das sowohl relativ zu der Laserstrahlerzeugungseinrichtung als auch zusammen mit dieser verdrehbar ist. Es ist ferner eine Einrichtung zum Verdrehen des Steigungsmesswerks bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung vorhanden, um auf diesem Wege im Rahmen der Ausrichtung eines Laserstrahls zunächst das Steigungsmesswerk um einen zu messenden Winkel bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung zu verdrehen. Ferner ist eine Einrichtung zum Verdrehen des Steigungsmesswerks zusammen mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung bezüglich des Messgeräts insgesamt vorgesehen. Entsprechend der oben im Zusammenhang mit dem Stand der Technik geschilderten Vorgehensweise wird das Steigungsmesswerk zusammen mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung so verstellt, dass ein Lagesensor an dem Steigungsmesswerk die Nulllage anzeigt. Dies bedeutet, dass der erzeugte Laserstrahl bezüglich der Horizontalen um denjenigen Winkel geneigt ist, der vorangehend im Rahmen der Verstellung des Steigungsmesswerks bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung gemessen wurde.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Lasermessgerät nach Anspruch 2 ist die Laserstrahlerzeugungseinrichtung über eine Aufnahme um eine Drehachse drehbar gelagert. Es ist ebenfalls ein Steigungsmesswerk vorhanden, das einen Lagesensor umfasst. Das Steigungsmesswerk und der Lagesensor sind relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung um die Drehachse verdrehbar, um die auch die Laserstrahlerzeugungseinrichtung verdrehbar gelagert ist. Durch die gemeinsame Aufnahme wird die Baugröße des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts gering gehalten und die auch in dieser Ausführungsform der Erfindung vorgesehenen Verdrehrichtungen wirken unmittelbar zwischen der Aufnahme und dem zu verdrehenden Bauteil. Das Steigungsmesswerk lässt sich über eine Einrichtung relativ zur Aufnahme verdrehen und verriegeln, so dass beispielsweise der Lagesensor in die horizontale Lage gebracht werden kann, d.h. gegenüber einem absoluten Horizont ausgerichtet. Das Lasermessgerät umfasst erfindungsgemäß ferner eine Einrichtung, mit der die Laserstrahlerzeugungseinrichtung relativ zum Steigungsmesswerk verdreht werden kann, um den Laserstrahl um einen kontrollierten Drehwinkel auslenken zu können. Des weiteren ist erfindungsgemäß als Teil dieser

Einrichtung oder als weitere Einrichtung eine Einrichtung vorgesehen, mit der die Lage des Lagesensors gegenüber der Umgebung, die Lage der Laserstrahlerzeugungseinrichtung und die Verdrehung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung relativ zum Lagesensor erfasst werden kann. Somit lässt sich die Austrittsrichtung des Laserstrahls relativ zur Umgebung des Lasermessgeräts bestimmen. Diese Einrichtung kann ferner die Verdrehrichtungen in Abhängigkeit von den erfassten Lagen steuern, wodurch der Laserstrahl die gewünschte Richtung einnimmt. Diese Einrichtungen können geeigneterweise in einem einzigen Regler kombiniert sein. Es ist jedoch ebenfalls möglich, diese Funktionen über getrennte Regler zu verwirklichen, oder sie weiter aufzusplitten und einzeln zu verwirklichen, je nach dem ob für die gewünschten Funktionen Standardbauteile zur Verfügung stehen, ob der im Gerät zur Verfügung stehende Platz dies zulässt, oder nach weiteren regelungstechnischen und fertigungstechnischen Gesichtspunkten.

**[0009]** Erfindungsgemäß weisen die Lasermessgeräte nach den Ansprüchen 1 und 2 zumindest ein Dreh-Eingriffselement auf, das die Verdrehachse der Laserstrahlerzeugungseinrichtung zumindest teilweise umgibt. Hierbei kommt es darauf an, dass die Drehverstellung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung gewissermaßen unmittelbar über dieses die Laserstrahlerzeugungseinrichtung zumindest über einen gewissen Winkelbereich umgebende Dreh-Eingriffselement erfolgt. Das Dreh-Eingriffselement ist im Gegensatz zu denjenigen Hebeln und dergleichen, mittels derer beim Stand der Technik die Drehbetätigung von einer Spindel oder ähnlichem auf die Laserstrahlerzeugungseinrichtung übertragen wird, in der unmittelbaren Umgebung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung vorgesehen. Deshalb ist die Verstellmöglichkeit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung maßgeblich erweitert, und der zugehörige Mechanismus kann ohne weiteres in einem Gehäuse untergebracht werden, das hinsichtlich seiner Außenabmessungen für den Einsatz auch in Kanalrohren kleinerer Durchmesser, beispielsweise 150 mm geeignet ist.

**[0010]** Beispielsweise kann das oder können die Dreh-Eingriffselemente Zahnradsegmente sein, auf das oder auf die für die Verstellung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung bzw. des Steigungsmesswerks ein von einem Motor angetriebenes Zahnritzel wirkt. Auch diese Zahnritzeln können in unmittelbarer Umgebung ihres Dreh-Eingriffselements angeordnet werden und eine Verstellung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung über einen vergleichsweise großen Winkelbereich bewirken. Obgleich ein Dreheingriff über Zahnradsegmente derzeit bevorzugt ist, lässt sich der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung auch über andere Ausführungsformen verwirklichen, z.B. über Riemenantriebe, Reibradantriebe, Kettenantriebe, hydraulische Antriebe, Schubkurbelgetriebe oder ähnliches. Im Gegensatz zu diesen erfindungsgemäßen Lösungen mussten ge-

mäß dem Stand der Technik vergleichsweise lange Spindeln vorgesehen sein, um einen vergrößerten Verstellbereich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung zu realisieren. Dementsprechend kann der Grundgedanke der Erfindung auch darin gesehen werden, dass ein Drehantrieb auf ein Element in der Umgebung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung wirkt. Die kompakten Ausmaße des Verstellmechanismus können dadurch realisiert werden, dass jegliche Hebel, Arme oder dergleichen für die Übertragung der Drehbewegung zu der Laserstrahlerzeugungseinrichtung entfallen können.

**[0011]** Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

**[0012]** Eine Fortbildung der erfindungsgemäßen Lasermessgeräte sieht vor, dass die Aufnahme, in der die Laserstrahlerzeugungseinrichtung verdrehbar gelagert ist, die Laserstrahlerzeugungseinrichtung wesentlich U-förmig umgibt, wobei es besonders bevorzugt ist, dass die Verdrehrichtungen in dem durch die U-Form der Aufnahme gebildeten Raum angeordnet sind. Diese Weiterbildung ermöglicht es, das Lasermessgerät besonders kompakt auszuführen.

**[0013]** Wenngleich die Erfindung aufgrund der vorangehend beschriebenen Maßnahmen in einer beliebigen Ausführung des Dreh-Eingriffselements zu Vorteilen im Hinblick auf die Unmittelbarkeit und deshalb Genauigkeit der Verstellung bietet, kann eine vorteilhafte Erweiterung der Einsatzfähigkeit des Lasermessgeräts dadurch erreicht werden, dass das Dreh-Eingriffselement die Drehachse der Laserstrahlerzeugungseinrichtung über einen Winkel von mehr als etwa 50° umgibt. In dieser Ausführungsform kann, wie nachfolgend genauer beschrieben, ein aufgefächerter Laserstrahl erzeugt werden, der durch seine geeignete Erfassung an der Oberfläche in eine bestimmte Ausrichtung gebracht wird, die dann, ohne zu befürchtende Ungenauigkeiten, in einen Graben übertragen werden kann, um entlang der eingestellten Richtung eine Vielzahl von Rohrelementen zu verlegen.

**[0014]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, bei der das Dreh-Eingriffselement die Laserstrahlerzeugungseinrichtung um zumindest etwa 250° umgibt, können weitere Einsatzmöglichkeiten erreicht werden. Neben der grundsätzlich erforderlichen Leitlinienfunktion und der vorangehend beschriebenen Möglichkeit einer Fluchtübertragung ist bei einem Lasermessgerät mit einem Verstellwinkel der Laserstrahlerzeugungseinrichtung in der vorangehend genannten Größenordnung sowohl das Aufwärts- als auch das Abwärtsloten mittels des Arbeits-Laserstrahls möglich. Hierbei wird von der Umgebung, typischerweise von der Oberfläche, lotrecht nach unten ein bestimmter Messpunkt definiert. In ähnlicher Weise erfolgt das Aufwärtsloten durch das Ausenden eines Laserstrahls aus einem Gerinne, einer ausgehobenen Grube oder einem Schacht heraus zu der Umgebung, typischerweise zur Oberfläche, beispielsweise um bei einer Zwangslage des Lasermess-

geräts in einem Gerinne an der Oberfläche diese Lage erkennen und berücksichtigen zu können. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass der erforderliche Verstellbereich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung von mindestens 180° durch die erfindungsgemäße Maßnahme, nämlich ein die Laserstrahlerzeugungseinrichtung umgebendes Dreh-Eingriffselement, erreicht werden kann. Dies ist bei der Verwendung eines Verstellmechanismus mit Spindeln und dergleichen nicht möglich oder erfordert ein Gehäuse, das wegen seiner Größe für den bestimmungsgemäßen Einsatz nicht geeignet wäre.

[0015] Für die konkrete Ausgestaltung des Dreh-Eingriffselements hat sich die Verwendung eines Zahnradsegments als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0016] Hinsichtlich einer spielfreien Verstellung und Verriegelung des Steigungsmesswerkes und/oder der Laserstrahlerzeugungseinrichtung wird bevorzugt, das Dreh-Eingriffselement und ein damit zusammenwirkendes Antriebselement federnd gegeneinander zu verspannen.

[0017] Für die Realisierung der vorangehend bereits angedeuteten Fluchtübertragung wird bevorzugt, einen oszillierend antreibbaren Spiegel vorzusehen, auf den der Laserstrahl derart gerichtet werden kann, dass ein aufgefächter Laserstrahl erzeugt wird. Ein aufgefächter Laserstrahl, mit dem erfindungsgemäß die Fluchtübertragung besonders vorteilhaft verwirklicht werden kann, kann jedoch auch über eine zum Arbeitslaserstrahl den Anforderungen entsprechend ausgerichtete Hilfslichtquelle mit einer geeigneten Optik erzeugt werden. Beispielsweise könnte in dem erfindungsgemäßen Lasermessgerät eine zweite Laserdiole mit einer geeignet geschliffenen Linse vorgesehen sein.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung rein beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben.

[0019] Es zeigen:

- Fig. 1 eine Seitenansicht wesentlicher Elemente einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts in einer ersten Betriebsstellung;
- Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht des Lasermessgeräts in einer zweiten Betriebsstellung;
- Fig. 3 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht des Lasermessgeräts in einer dritten Betriebsstellung;
- Fig. 4 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht des Lasermessgeräts in einer vierten Betriebsstellung;

Fig. 5 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht des Lasermessgeräts in einer fünften Betriebsstellung;

5 Fig. 6 eine Seitenansicht wesentlicher Elemente einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts in der der Fig. 1 entsprechenden Betriebsstellung;

10 Fig. 7 eine Draufsicht auf die in der Fig. 6 dargestellte zweite Ausführungsform;

Fig. 8 eine Vorderansicht der in den Fig. 6 und 7 dargestellten zweiten Ausführungsform, bei der einige Teile aufgebrochen sind, um die Lagerung der Lasererzeugungseinrichtung und des Steigungsmesswerkes klarer hervorgehen zu lassen; und

20 Fig. 9 eine der Fig. 8 entsprechende Ansicht, bei der mehrere Teile im Teilschnitt dargestellt sind, zur Vereinfachung der Darstellung andere Bauelemente weggelassen wurden, und aus der besonders gut die Regelung des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts hervorgeht.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE DER ERFINDUNG

30 [0020] Es sei zunächst darauf hingewiesen, dass in sämtlichen Figuren der besseren Übersichtlichkeit halber lediglich die für die Erläuterung der Erfindung erforderlichen Konstruktionseinheiten gezeigt sind, und dass beispielsweise ein Schutzgehäuse, welches das erfindungsgemäße Lasermessgerät 10 umgibt, lediglich mit einem Abschnitt, der als E7 bezeichnet ist, gezeigt ist und der einfacheren Darstellung wegen in den die zweite Ausführungsform betreffenden Figuren ganz weggelassen ist. Ferner versteht es sich, dass an dem erfindungsgemäßen Lasermessgerät verschiedene Aufstel-

35 ladaptionen, Ables- und Kontrollmittel sowie eine Stromversorgung und eine Steuerungselektronik vorgesehen sind, von denen in Fig. 9 nur einige schematisch dargestellt sind. Des weiteren weist das Lasermessgerät bevorzugt einen Fernbedienungsempfänger zur Befehlseingabe durch eine Fernbedienung sowie eine Empfangseinrichtung zur automatisierten Richtfindung auf. Für die Schilderung der Erfindung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind jedoch in erster Linie die nachfolgend beschriebenen Elemente von Bedeutung.

40 [0021] In den Figuren sind sich bei den beiden dargestellten Ausführungsbeispielen entsprechende Bauteile mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet. So ist mit E1 ein (in einer Seitenansicht) C-förmiges oder L-förmiges Drehgestell zur Aufnahme der Achse A1 bezeichnet. Das Drehgestell E1 ist mit dem Gehäuse derart drehbar

verbunden, dass es mittels der Wirkung des Motors M3 um die Achse A1 bezüglich des Gehäuses drehbar ist. Wie nachfolgend noch genauer erläutert wird, sind im Rahmen einer Drehbewegung um die Achse A1 sämtliche in den Figuren gezeigten Elemente zusammen mit dem Drehgestell E1 verdrehbar. Das Drehgestell E1 weist ferner in seinem unteren Bereich eine Durchtrittsmöglichkeit für den Laserstrahl auf, wie nachfolgend noch genauer erläutert ist. Ferner sind an dem Drehgestell E1 die Drehlagerung der Achse A2 und ein Motor M4, welcher der Verstellung der gezeigten Elemente um die Achse A2 dient, angebracht.

[0022] Mit E5 ist ein (in einer Draufsicht) U-förmiges Gestell zur Lagerung der in einer Verwendungsstellung horizontalen Achse A3 vorgesehen. Das U-förmige Gestell E5 ist mittels des Motors M4 um eine ebenfalls horizontale Achse, die senkrecht zu der Achse A3 ist, drehbar. Ferner weist das U-förmige Gestell E5, was in der Zeichnung nicht dargestellt ist, einen Lagesensor zur Erfassung einer Horizontallage des Gestells E5 auf. An dem Gestell E5 ist schließlich der Motor M2 angebracht (erste Ausführungsform), bzw. sind über eine (in der Vorderansicht) V-förmige Aufnahme E8 die Motoren M1 und M2 angebracht (zweite Ausführungsform).

[0023] Die Achsen A1, A2 und A3 bilden in den dargestellten Ausführungsbeispielen ein orthonormales Koordinatensystem, d.h. die drei Achsen stehen rechtwinklig aufeinander und haben einen gemeinsamen Schnittpunkt. Da es im Rahmen von Fertigungstoleranzen oder dergleichen vorkommen kann, dass die Achsen nicht strikt rechtwinklig zueinander liegen, sondern vielmehr Abweichungen von dieser Lage bis zur Windschiefigkeit aufweisen können, sei darauf hingewiesen, dass solche Abweichungen über einen entsprechenden Ausgleich in der Regelung kompensiert werden können.

[0024] Der Motor M2 dient der Drehverstellung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung, die mit E2 bezeichnet ist, um die horizontale Achse A3 mittels der Einwirkung auf das die Laserstrahlerzeugungseinrichtung zumindest teilweise umgebende Dreh-Eingriffselement 12. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist an den Motor M2 ein Ritzel (Fig. 7) angebracht, welches auf das als Zahnradsegment ausgebildete Dreh-Eingriffselement 12 wirkt. Hinsichtlich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 sei ergänzt, dass diese aus einer Laserdiode, Ausrichthilfen für die Laserdiode, Blenden und einem Linsensystem besteht.

[0025] Relativ zu der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 um die Achse A3 drehbar ist ein mit E3 bezeichnetes Steigungsmesswerk vorgesehen, das einen Lagesensor E4 aufweist. Der Lagesensor kann beispielsweise als sogenannte elektronische Libelle ausgebildet sein und entspricht im Wesentlichen hinsichtlich seiner Funktion einer Wasserwaage, da die Horizontallage als Grundposition für die Steigungs- und Neigungseinstellung sowie sämtlichen anderen Arbeitspositionen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 verwendet wird. Zu beiden Seiten der Horizontallage weist der Lagesen-

sor E4 einen für Messungen nutzbaren Proportionalbereich auf. Das Steigungsmesswerk E3 ist mittels eines Motors M1, der ein in Fig. 7 besser erkennbares Antriebselement aufweist, bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 und des diese umgebenden Dreh-Eingriffselements verdrehbar.

[0026] Ferner ist an dem Steigungsmesswerk E3 eine Halterung für den oszillierenden oder pendelnden Spiegel E6 angebracht. Der Spiegel E6 ist um eine horizontale Achse A4 schwenkbar und mittels eines Motors M5, der beispielsweise über einen Exzenter oder einen Riemtrieb mit dem Spiegel E6 verbunden ist, oszillierend oder schnell pendelnd antreibbar. Auf diese Weise wird, wie nachfolgend noch genauer beschrieben ist, ein aufgefächerter Laserstrahl erzeugt. Der von der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 emittierte Laserstrahl ist in den Figuren durch einen Pfeil angedeutet, der z. B. in Fig. 1 und 6 nach links weist.

[0027] Aus dem Vorangehenden wird deutlich, dass mittels der Verstellung des Drehgestells E1 durch den Motor M3 um die Achse A1 die Richtung des Laserstrahls bezüglich der Längslage des Gehäuses eingestellt wird. Ferner kann die Querlage des Laserstrahls durch Verstellung des Gestells E5 und der daran angebrachten Elemente um die Achse A2 mittels des Motors M5, der als Quer-Horizontierstellantrieb bezeichnet wird, eingestellt werden.

[0028] Eine exakte Einstellung der Neigung oder Steigung des Laserstrahls über einen besonders weiten Verstellbereich erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Lasermessgerät wie folgt.

[0029] Zunächst wird auf die erste, in den Fig. 1 bis 5 dargestellte Ausführungsform Bezug genommen.

[0030] Bei dem Gerät gemäß der ersten Ausführungsform wird durch Antreiben des Motors M1 das Steigungsmesswerk E3 bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 um einen bestimmten Winkel verdreht, der durch einen Encoder gemessen wird. Hierbei wirkt ein Ritzel, das mit dem Motor M1 verbunden ist, auf das Zahnradsegment 12. Nach dieser Relativedrehung des Steigungsmesswerks E3 bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 wird der Motor M2 betrieben. Der Motor M2 wirkt über ein Antriebselement, beispielsweise ein Ritzel, wie der Motor M1 auf das Zahnradsegment 12.

[0031] Jedoch verdreht der Motor M2 die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 zusammen mit dem Steigungsmesswerk E3 um die Achse A3. Dadurch, dass die beiden genannten Elemente zusammen verstellt werden, gelangt der an dem Steigungsmesswerk E3 vorgesehene Lagesensor E4 aus der um einen bestimmten Winkel verdrehten Lage zurück in die Horizontallage. Der Betrieb des Motors M2 wird angehalten, sobald der Lagesensor E4 die Horizontallage erfasst, was bedeutet, dass die Laserstrahlerzeugungseinrichtung bezüglich der Horizontalen um denjenigen Winkel geneigt ist, um den vorangehend das Steigungsmesswerk E3 bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2

verdrehen wurde.

**[0032]** Wenn beispielsweise gemäß der Darstellung in Fig. 1 das Steigungsmesswerk E3 um einen bestimmten Winkel in Richtung des Uhrzeigersinns verdreht wurde, so verdreht der Motor M2 nachfolgend das Steigungsmesswerk E3 zusammen mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 entgegen dem Uhrzeigersinn, so dass die Laserstrahlerzeugungseinrichtung unter einem definierten Winkel bezüglich der Horizontalen nach unten geneigt ist. In dieser geneigten Ausrichtung dient der erzeugte Laserstrahl als "Richtfaden" für die fortlaufende Verlegung von Rohrelementen. In gleicher Weise ist die Einstellung einer Steigung möglich, indem die Laserstrahlerzeugungseinrichtung in entsprechend entgegengesetzter Weise, wie vorangehend beschrieben, in eine bezüglich der Horizontalen nach oben weisende Ausrichtung gebracht wird.

**[0033]** Dies ist in Fig. 2 gezeigt. Hier ist zu erkennen, dass der Lagesensor E4 zurück in die Horizontallage gebracht wurde. Nachdem jedoch vorangehend das Steigungsmesswerk E3 entgegen dem Uhrzeigersinn bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 verdreht wurde, und mittels des Motors M2 die gesamte Anordnung bestehend aus Steigungsmesswerk E3 und Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 in Richtung des Uhrzeigersinns zurückgedreht wurde, bis der Lagesensor E4 seine Horizontallage erreicht, weist der von der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 erzeugte Strahl mit einem definierten Winkel nach oben. Insbesondere kann die Einstellung des Steigungswertes des Laserstrahls mit einer Auflösung von minimal 0,002 % erfolgen.

**[0034]** In Fig. 3 ist eine Betriebsstellung gezeigt, die bei dem erfindungsgemäßen Lasermessgerät aufgrund des vergleichsweise großen Verstellbereichs in vorteilhafter Weise realisiert werden kann. Es handelt sich hierbei um die sogenannte Fluchtübertragung. Wie Fig. 3 zeigt, ist der von der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 emittierte Laserstrahl in etwa unter einem Winkel von 45° nach unten geneigt ausgerichtet, was auf die vorangehend beschriebene Art und Weise realisiert wird. Bei dieser Ausrichtung trifft der Laserstrahl auf einen pendelnd bewegten Spiegel E6. Die Pendelbewegung wird dadurch realisiert, dass der Motor M5, der bevorzugt über einen Exzenter mit dem Spiegel E6 verbunden ist, angetrieben wird, so dass der Spiegel E6 zwischen den beiden in der Figur gezeigten Stellungen um die weitgehend horizontale Achse A4 pendelt.

**[0035]** Hierdurch wird der Laserstrahl aufgefächert und beschreibt im Wesentlichen eine Linie. An dem (nicht gezeigten) Gehäuse des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts ist ein Durchtrittsfenster vorgesehen, das den Durchtritt der beschriebenen Laserlinie erlaubt. Diese Laserlinie kann nunmehr an der Oberfläche mittels eines geeigneten Detektors, wie er beispielsweise in der DE 200 03 131 U1 beschrieben ist, erfasst werden. Hierbei führt eine Schwenkbewegung sämtlicher Elemente innerhalb des Gehäuses des Lasermessge-

räts um die Achse A1 mittels des Betriebs des Motors M3 zu einer Verlagerung dieser erzeugten Laserlinie nach links oder rechts. Ebenso kann die Laserlinie durch Verschwenken sämtlicher Elemente, die an dem U-förmigen Gestell E5 angebracht sind, um die Achse A2 vertikal ausgerichtet werden.

**[0036]** Wie erwähnt, wird die erzeugte Laserlinie von einem Detektor erfasst, der sich auf einer oberirdischen Fluchtmarke befindet, die den Richtungsverlauf der zu verlegenden Rohrstrecke von einer Revisionsschachtmitte vorgibt. Diese Richtung kann durch Schwenken der inneren Elemente um die Achse A1 mittels der erzeugten Laserlinie angefahren werden. Sobald die Laserlinie korrekt ausgerichtet ist, wird die Laserstrahlerzeugungseinrichtung um die Achse A3 auf den gewünschten Steigungs- oder Neigungswert eingestellt, so dass sich nunmehr der Arbeitsstrahl exakt in der gewünschten, oberirdischen Fluchtlinie befindet. Insbesondere sind mittels des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts keine Hilfsmittel zur Richtungs- oder Fluchtübertragung, wie Schnüre oder Fernrohre, erforderlich.

**[0037]** In Fig. 4 ist gezeigt, dass bei dem erfindungsgemäßen Gerät aufgrund des großen Verstellbereichs auch eine sogenannte Abwärtslotung mittels des Arbeitsstrahls möglich ist. Hierbei ist die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 lotrecht nach unten gerichtet. In dem Gehäuse des Lasermessgeräts ist an geeigneter Stelle eine Durchtrittsöffnung 14 vorgesehen. In dieser Stellung ist der Laserstrahl für Ablotungen der oberirdischen Mittenlage eines Revisionsschachtes auf die Mitte eines Gerinnes nach unten zu verwenden.

**[0038]** In analoger Weise erfolgt das sogenannte Aufwärtsloten, was in Fig. 5 gezeigt ist. Hier ist die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 lotrecht nach oben gerichtet und tritt durch ein (nicht gezeigtes) an der Oberseite des Lasermessgeräts vorgesehenes Durchtrittsfenster aus. In dieser Stellung wird der Arbeitsstrahl für die Ausrichtung des Geräts im Revisionsschacht auf die oberirdische Mittenlage der zu verlegenden Rohrstrecke verwendet. Die Einstellung des erforderlichen Winkels von exakt 90° bezüglich der Horizontalen erfolgt bei dem Aufwärts- und Abwärtsloten in der vorangehend beschriebenen Vorgehensweise mittels des Steigungsmesswerks E3.

**[0039]** Der von der ersten Ausführungsform abweichende Aufbau der zweiten Ausführungsform, und die sich hieraus ergebenden Änderungen bezüglich der Regelung und Steuerung des Lasermessgeräts gemäß der zweiten Ausführungsform werden im Folgenden ausführlicher beschrieben werden. Generell wird jedoch angemerkt, dass die Leistungen der zweiten Ausführungsform, und deren Messverfahren der ersten Ausführungsform entsprechen. Insbesondere gilt dies für die Fluchtübertragung.

**[0040]** Wie aus der Seitenansicht der Fig. 6 gut hervorgeht, die eine Teilschnittansicht ist, wirkt der Motor M1 auf ein Zahnsegment 13, das die Drehachse A3 zum Teil umgibt. In der zweiten Ausführungsform kann über

den Motor M1 das Steigungsmesswerk E3 relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 verdreht werden. Der Motor M1 ist an einer in der Vorderansicht im Wesentlichen U-förmigen Aufnahme E8 angeflanscht. Entsprechend wird bei Betätigung des Motors M1 das Steigungsmesswerk E3 nicht nur relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2, sondern auch relativ zum Gehäuse des Lasermessgeräts verdreht. Die Befestigung des Motors M1 an der Aufnahme E8 geht auch besonders gut aus der Draufsicht der Fig. 7 hervor.

**[0041]** Der Motor M1 hat hierbei eine Doppelfunktion. Bei Betätigen wirkt er über ein in der Fig. 7 dargestelltes Ritzel auf das Zahnsegment 13 ein. Bei Nichtbetätigen des Motors dreht sich das Antriebsritzel des Motors M1 nicht etwa frei, sondern ist verriegelt. Insofern ist sichergestellt, dass dann, wenn beispielsweise über den Motor M1 der Lagesensor E4 in die horizontale Lage gebracht worden ist, eine unbeabsichtigte Auslenkung des Lagesensors E4 aus der horizontalen Lage unterbunden ist. Eine bevorzugt vorgesehene Federvorspannung dieses Antriebs erhöht die Verriegelungsgenauigkeit.

**[0042]** Die Aufnahme E8 trägt nicht nur den Motor M1 zum Verdrehen des Steigungsmesswerks E2, sondern ebenfalls einen weiteren Motor M2, der zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 um die Drehachse A3 dient. Zudem ist über die Aufnahme E8 die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 selbst gelagert. In der Draufsicht der Fig. 7 ist der Motor M2 teilweise vom Motor M1 verdeckt, es ist aber dennoch aus der Figur entnehmbar, wie Motor M2 in gleicher Ausbildung wie Motor M1 über ein Ritzel auf ein Zahnsegment 12 wirkt. Die Welle, über die die Laserstrahlerzeugungseinrichtung um die Achse A3 gelagert ist, ist mit E9 bezeichnet.

**[0043]** Über die Anordnung dieser Bauteile gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels werden der Motor M1 und/oder der Motor M2 von der Aufnahme getragen, über die auch die Laserstrahlerzeugungseinrichtung gelagert ist, so dass bei einer Drehung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung um die Achse A3 der oder die Motoren nicht mitbewegt wird/werden. Da die Motoren Bauteile darstellen, die aufgrund ihrer Funktion und der erforderlichen Leistung eine gewisse Mindestbaugröße aufweisen, wird über diese Anordnung der Platzbedarf des gesamten Lasermessgeräts erheblich verringert.

**[0044]** In Fig. 8 sind diese Bauteile in weiteren Einzelheiten wie folgt dargestellt.

**[0045]** Insbesondere geht aus der Fig. 8 hervor, wie die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 um die Achse E9 über - schematisch angedeutete - Kugellager in der in der Vorderansicht im Wesentlichen U-förmigen Aufnahme E8 drehbeweglich gelagert ist. Um die Welle E9 ist - ebenfalls schematisch angedeutet - bevorzugt über eine vorgespannte Lagerung das Steigungsmesswerk E3 gelagert, wie aus dem Teilschnitt hervorgeht. An dem Steigungsmesswerk E3 ist der Lagesensor E4 angeflanscht.

**[0046]** Auch aus der Vorderansicht der Fig. 8 geht hervor, wie bei Betätigen des Motors M2 über unmittelbares Einwirken auf das Zahnsegment 12 die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 um die Achse E3 gedreht werden kann. Gleichmaßen geht aus Fig. 8 hervor, wie bei Betätigen des Motors M1 das Steigungsmesswerk E3 samt Lagesensor E4 um die gleiche Drehachse gedreht werden kann. Sofern der Motor M2 bei Nichtbetätigung eine freie Drehung ermöglicht, kann es vorkommen, dass sich bei Betätigen des Motors M1 die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 geringfügig mitdreht - beispielsweise aufgrund von Lagerreibung. Wie später erläutert werden wird, ist ein solches Mitdrehen nicht schädlich. Typischerweise wird jedoch der Motor M2 ebenso wie der Motor M1 bei Nichtbetätigen eine Sperr- oder Verriegelungsfunktion ausüben, so dass bei Betätigen des einen Motors der andere Motor in seiner Lage verbleibt. Dies bewirkt, dass bei Betätigen des Motors M1 lediglich das Steigungsmesswerk um die Achse A3 gedreht wird, ohne dass sich die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 mitdreht. Gleichmaßen bleibt bei Betätigen des Motors M2 der Lagesensor E4 in der zuvor eingestellten Lage.

**[0047]** Im Steigungsmesswerk E3 des Lasermessgeräts gemäß der zweiten Ausführungsform ist zusätzlich eine Markierung eingebracht, die gewissermaßen die "Nulllage" der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 relativ zur Lage des Lagesensors E4 angibt. Auf diese Weise kann die Regelung erfassen, in welchem Drehwinkel um die Achse A3 der Laserstrahl aus der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 relativ zur Lage des Lagesensors E4 austritt; zusätzlich lässt sich über das Steigungsmesswerk E3 der Betrag der Relativverdrehung zwischen Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 um die Achse A3 und Lagesensor E4 um die Achse A3 feststellen.

**[0048]** Der Betrieb des Lasermessgeräts gemäß der zweiten Ausführungsform wird im Folgenden hauptsächlich unter Bezugnahme auf die Fig. 9 erörtert werden.

**[0049]** In der Fig. 9 ist zur Vereinfachung der Darstellung der Lagesensor E4 neben dem eigentlichen Lasermessgerät dargestellt. Die mechanische Verbindung entsprechend den Fig. 1 bis 8 ist jedoch schematisch über eine Doppellinie angedeutet.

**[0050]** In Fig. 9 ist mit R ein Regler dargestellt, der ausgangsseitig mit den Motoren M1 und M2 verbunden ist. Zugeführt werden dem Regler die Signale des Lagesensors E4 und des Steigungsmesswerks E3. Weitere Ein- und Ausgänge sind selbstverständlich ebenfalls möglich, beispielsweise kann derselbe Regler auch die Motoren M3, M4 und M5, Display, Bedienfelder und ähnliches steuern.

**[0051]** Die Einstellung der Neigung oder Steigung des Laserstrahls erfolgt bei der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lasermessgeräts prinzipiell wie bei der ersten.

**[0052]** Beim Einschalten des Lasermessgeräts kann

im Rahmen eines Initialisierungsvorgangs beispielsweise durch gegenläufiges Betätigen der Motoren M1 und M2 eine gegenläufige Drehung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 und des Lagesensors E4 zusammen mit dem Steigungsmesswerk E3 um die Achse A3 durchgeführt werden. Hierbei streichen die Codierflächen des Encoders aneinander vorbei. Bei diesem Vorbeistreichen wird ebenfalls eine Markierung durchlaufen, die der Regler erfasst und die dem Regler signalisiert, dass in dieser Relativstellung der Laserstrahl bezüglich des Lagesensors E4 seine "Nulllage" aufweist.

[0053] Dann wird durch Antreiben des Motors M1 das Steigungsmesswerk E3 um einen bestimmten Winkel verdreht, der dann durch einen Encoder gemessen und an den Regler R weiter gegeben wird, wenn diese Drehung relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 stattfindet. Es ist ebenfalls möglich, die Motoren M1 und M2 synchron gleichläufig derart anzutreiben, dass bei einer Drehung des Steigungsmesswerks um die Achse A3 kaum eine oder sogar keine Relativedrehung zu der Laserstrahlerzeugungseinrichtung auftritt. Die Drehung des Steigungsmesswerks E3 wird angehalten, wenn der Lagesensor E4 der Regelung signalisiert, dass er die horizontale Lage erreicht hat.

[0054] Nach dieser Drehung des Steigungsmesswerks E3 wird der Motor M2 betrieben. Der Motor M2 wirkt über ein Antriebselement auf das Zahnradsegment 12 und bewirkt, dass sich die Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 relativ zum Steigungsmesswerk E3 und Lagesensor E4 um die Achse A3 dreht. Bei der Betätigung des Motors M2 arretiert der Motor M1 gegebenenfalls das Steigungsmesswerk E3 mit Lagesensor E4.

[0055] Die Regelung R steuert den Motor M2 gemäß dem vom Bediener eingegebenen Wunschneigungswinkel. Bei der Relativedrehung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung E2 gegenüber dem Lagesensor E4 wird der Drehwinkel über den Encoder des Steigungsmesswerks E3 erfasst und dem Regler zugeführt, der dann die Drehung des Laserstrahls stoppt, sobald der gewünschte Neigungswinkel bzw. die gewünschte Arbeitsposition erreicht ist.

[0056] Sich eventuell ergebende Abweichungen durch geringfügiges Mitdrehen des Lagesensors E4 liegen im Proportionalmessbereich des Lagesensors E4, so dass eine solche Abweichung über den Regler korrigiert werden kann.

[0057] Es versteht sich, dass - auch wenn dies nicht explizit erläutert ist - Elemente des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit denen des zweiten Ausführungsbeispiels kombiniert werden können, und umgekehrt. Beispielsweise kann - obwohl dies nicht in den Figuren dargestellt ist - auch das Lasermessgerät gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine untere Durchtrittsöffnung für den Laserstrahl aufweisen, typischerweise dann, wenn das Gerät zum Abwärtsloten zur Anwendung kommen soll.

[0058] Insgesamt bietet das erfindungsgemäße Lasermessgerät beider zuvor geschilderten Ausführungsbeispiele folglich neben der Leitlinienfunktion die Möglichkeit einer Aufwärts- und Abwärtslotung mittels des Arbeitsstrahls sowie die Möglichkeit einer einfachen und exakten Fluchtübertragung von oberirdischen Messpunkten auf die zu verlegende Rohrstrecke.

## 10 Patentansprüche

### 1. Lasermessgerät (10) mit:

- einer Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2),
- einem Steigungsmesswerk (E3), das sowohl relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) als auch zusammen mit dieser verdrehbar ist,
- einer Einrichtung (M1) zum Verdrehen des Steigungsmesswerks (E3) bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2),
- einer Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) zusammen mit dem Steigungsmesswerk (E3) bezüglich des Messgeräts (10) um eine Drehachse (A3),
- einem Dreh-Eingriffselement (12), das mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) fest verbunden ist und die Drehachse (A3) derselben zumindest teilweise umgibt.

### 2. Lasermessgerät (10) mit:

- einer Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2), die über eine Aufnahme (E8) um eine Drehachse (A3) verdrehbar gelagert ist,
- einem Steigungsmesswerk (E3) mit einem Lagesensor (E4), die relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) um die Drehachse (A3) verdrehbar sind,
- einer Einrichtung (M1) zum Verdrehen und zum Verriegeln des Steigungsmesswerks (E3) relativ zur Aufnahme (E8),
- einer Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) relativ zum Steigungsmesswerk (E3), und
- einer Einrichtung (R) zum Erfassen der Lage des Lagesensors (E4) sowie der Lage und der Verdrehung der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) relativ zum Lagesensor (E4) und zum Steuern der Verdrehrichtungen (M1, M2) gemäß der erfassten Lagen, wobei die Verdrehrichtungen (M1, M2) jeweils auf Dreh-Eingriffselemente (12, 13) wirken.



3. Lasermessgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Dreh-Eingriffselemente (12, 13) die Drehachse (A3) der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) über einen Winkel von mehr als etwa 50° umgibt. 5
4. Lasermessgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Dreh-Eingriffselemente (12, 13), bevorzugt das Dreh-Eingriffselement (12), auf das die Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) wirkt, die Drehachse (A3) der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) über einen Winkel von mehr als etwa 250° umgibt. 10 15
5. Lasermessgerät nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Dreh-Eingriffselemente durch ein Zahnradsegment (12) gebildet ist. 20
6. Lasermessgerät nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dreh-Eingriffselemente (12, 13) und mit diesen zusammenwirkende Antriebselemente federnd miteinander verspannt sind, so dass ein spielfreier Antrieb erreicht wird. 25 30
7. Lasermessgerät nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ferner ein oszillierend antreibbarer Spiegel (E6) vorgesehen ist, auf den der Laserstrahl gerichtet werden kann. 35
8. Lasermessgerät (10) nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) auch zum Verriegeln der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) relativ zur Aufnahme (E8) ausgebildet ist. 40 45
9. Lasermessgerät (10) nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahme (E8) die Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) im wesentlichen U-förmig umgibt. 50
10. Lasermessgerät (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehrichtungen (M1, M2) in dem durch die U-Form der Aufnahme (E8) gebildeten Raum angeordnet sind. 55
11. Lasermessgerät (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steigungsmesswerk (E3) zum Erfassen der Lage der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) eine Anzeige umfasst, bevorzugt eine Markierung.
12. Lasermessgerät (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine weitere Einrichtung (M3) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) um eine Achse (A1), die rechtwinklig zu deren Drehachse (A3) und im Betrieb des Lasermessgeräts im Wesentlichen vertikal liegt, und/oder eine weitere Einrichtung (M4) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) um eine Achse (A2) umfasst, die rechtwinklig zu deren Drehachse (A3) und im Betrieb des Lasermessgeräts im Wesentlichen horizontal liegt.
13. Lasermessgerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachsen (A3, A1, A2) einen gemeinsamen Schnittpunkt haben.
14. Verfahren zum Ausrichten eines von einem Lasermessgerät erzeugten Laserstrahls, bevorzugt von einem Lasermessgerät nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem Verfahren zur Lötübertragung zwischen der Umgebung des Lasermessgeräts und dem Lasermessgerät der zur Neigungsbestimmung verwendbare Laserstrahl zwischen einer Arbeitsstellung und einer Lotstellung ausgerichtet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laserstrahl in der Lotstellung von einer Laserstrahlerzeugungseinrichtung geradlinig aus dem Lasermessgerät austritt.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laserstrahl in der Lotstellung nach oben aus dem Lasermessgerät austritt.
17. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laserstrahl beim Ausrichten in die Lotstellung entlang der Richtung der Erdanziehungskraft ausgerichtet wird.
18. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausrichten zwischen der Arbeitsstellung und der Lotstellung ein Verdrehen um im Wesentlichen 90° umfasst.
19. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Ausrichtung des Laserstrahls zwischen einer Arbeitsstellung und einer Lotstellung mittels der Einrichtung

zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung durchgeführt wird.

20. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 19,

5

**dadurch gekennzeichnet, dass** zur Übertragung einer vorgegebenen Flucht auf den Laserstrahl der Laserstrahl aufgefächert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laserstrahl durch Ausrichten auf einen oszillierenden Spiegel aufgefächert wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

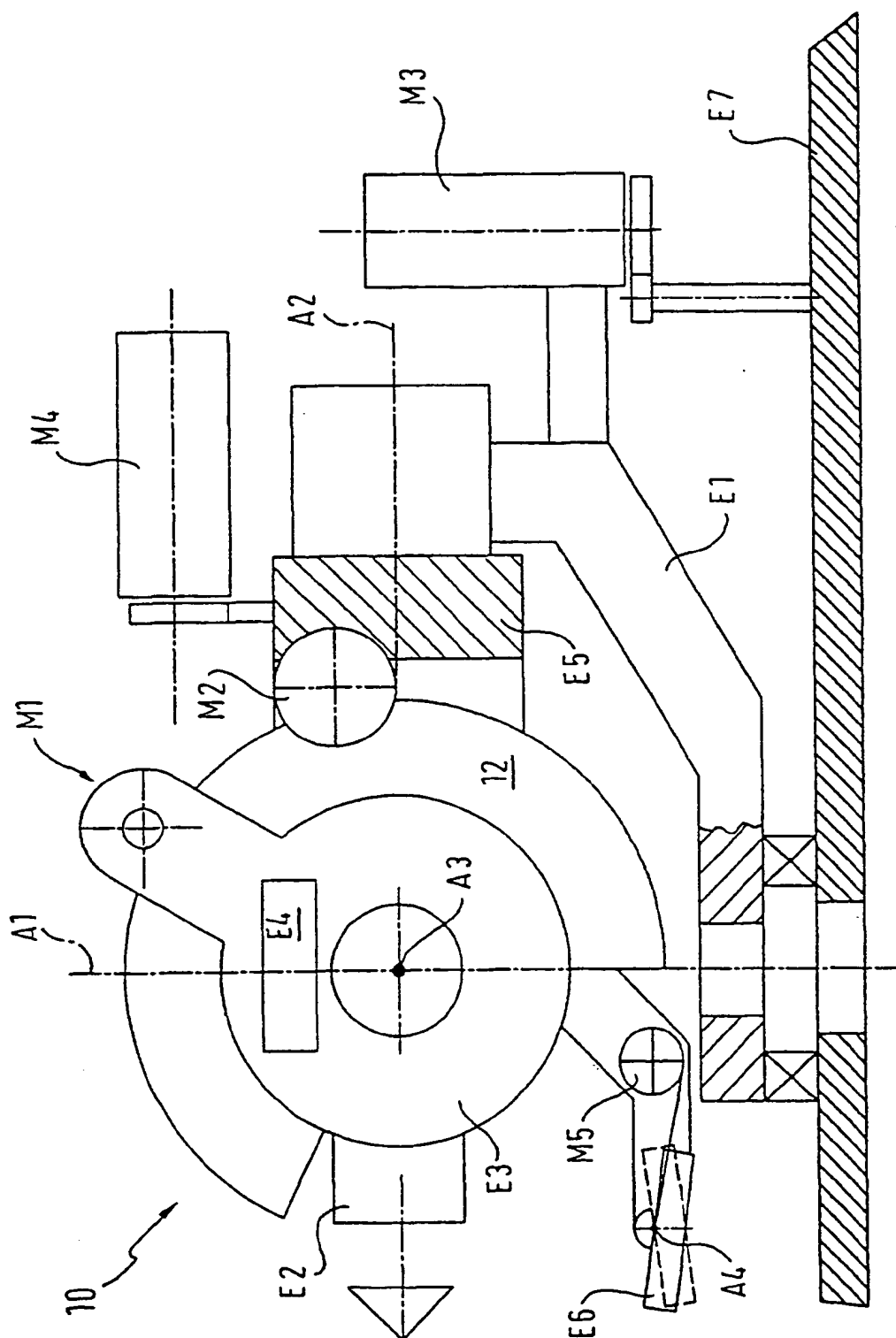


Fig. 2

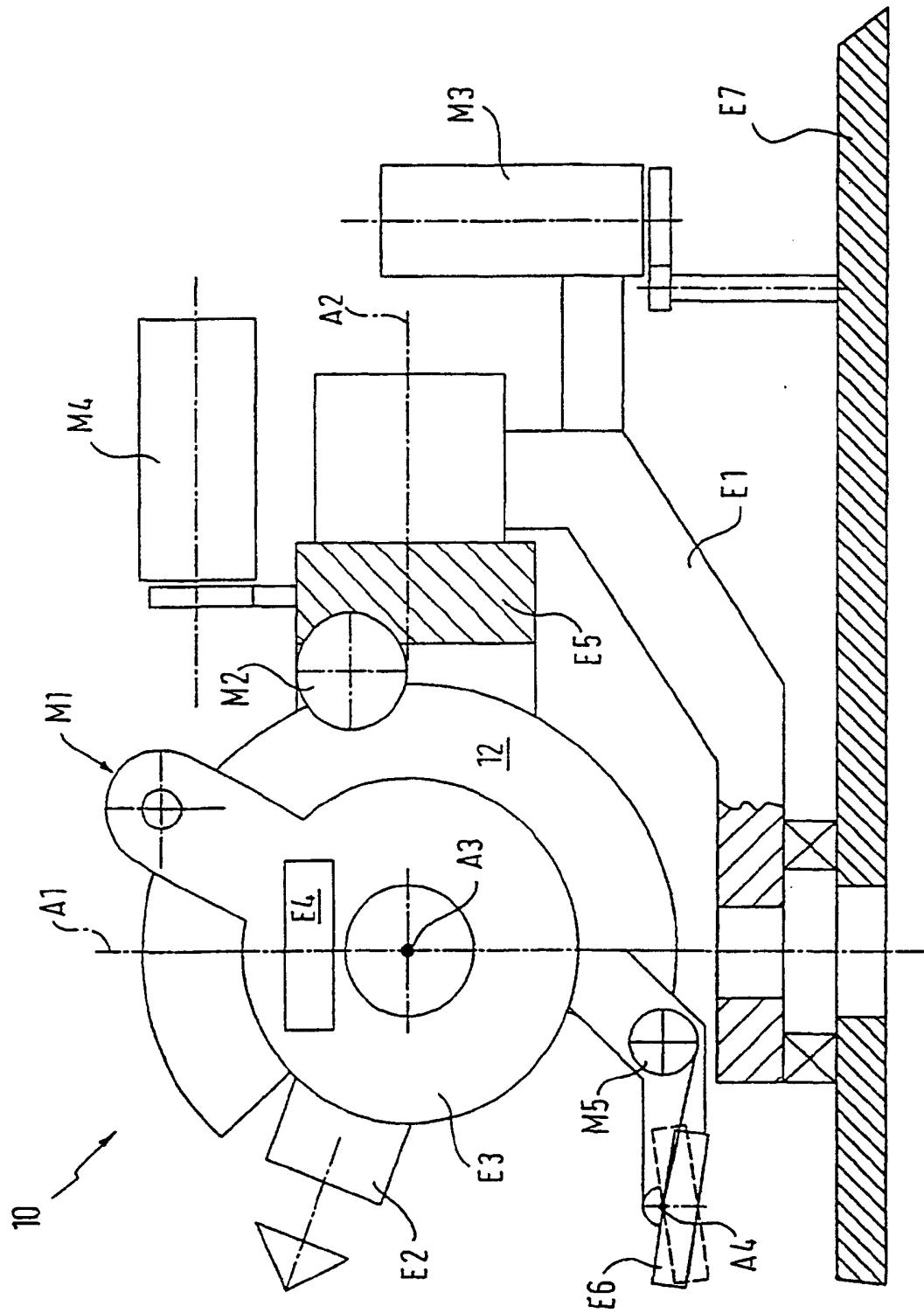


Fig. 3

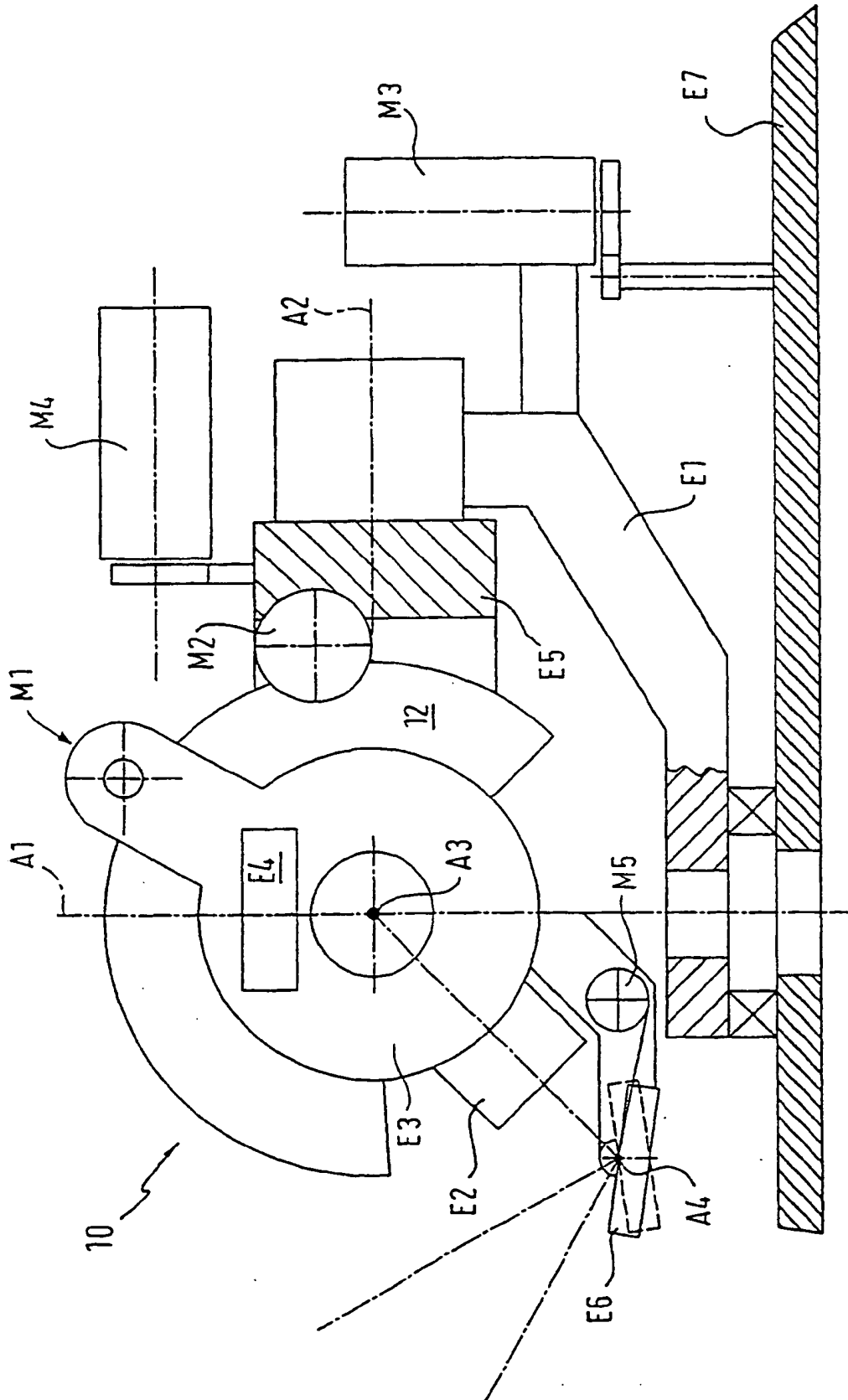


Fig. 4

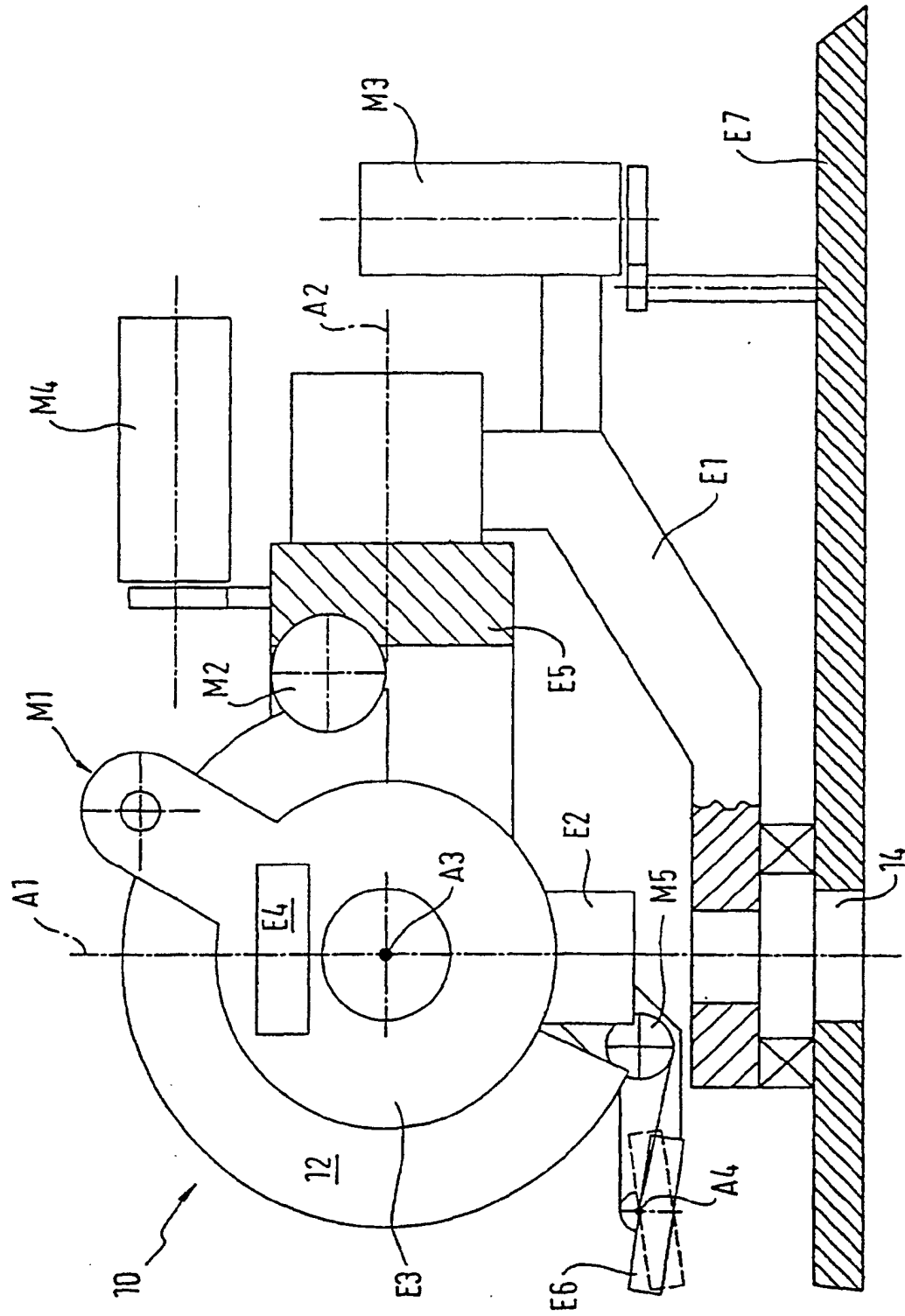


Fig. 5

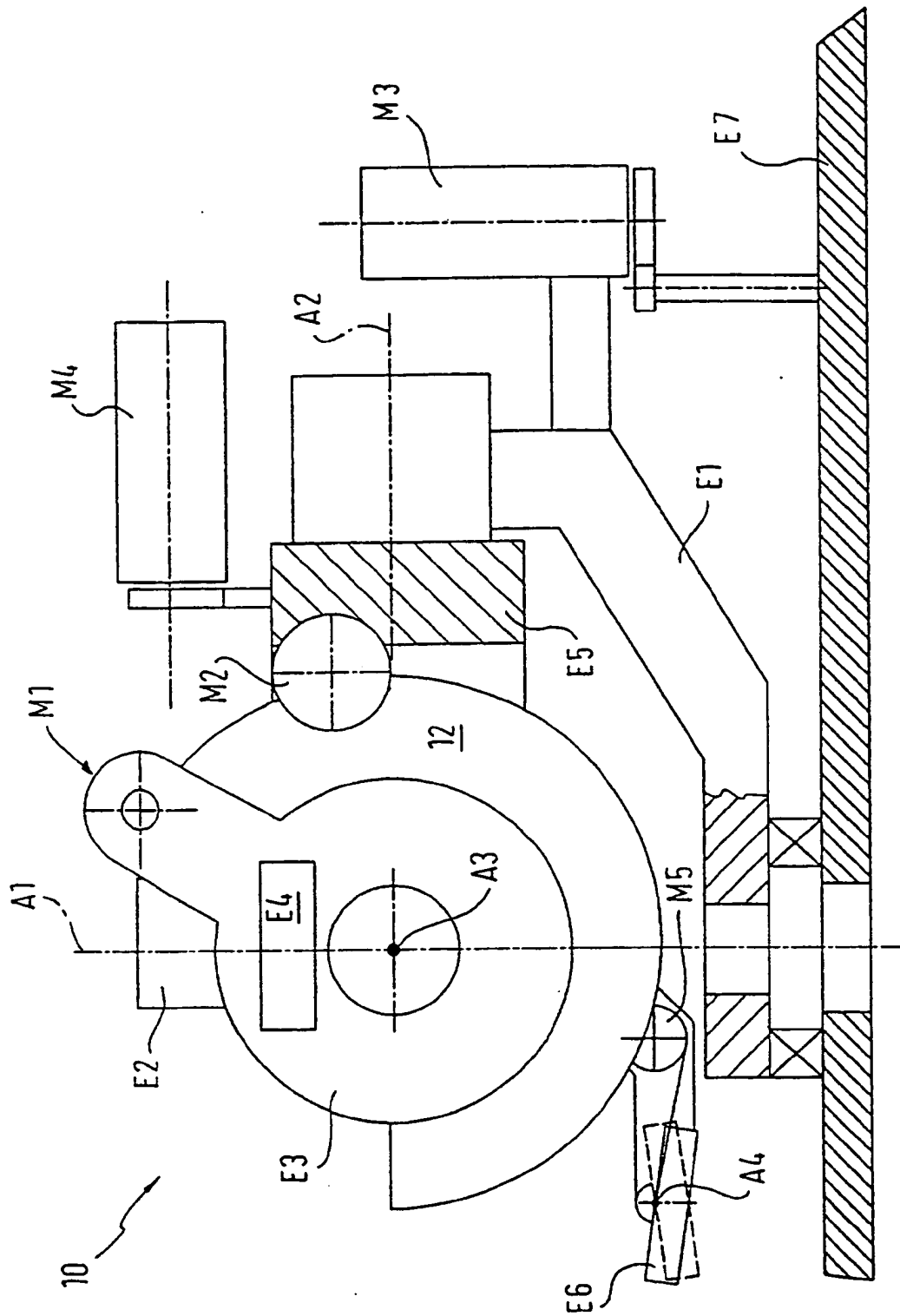


Fig. 6

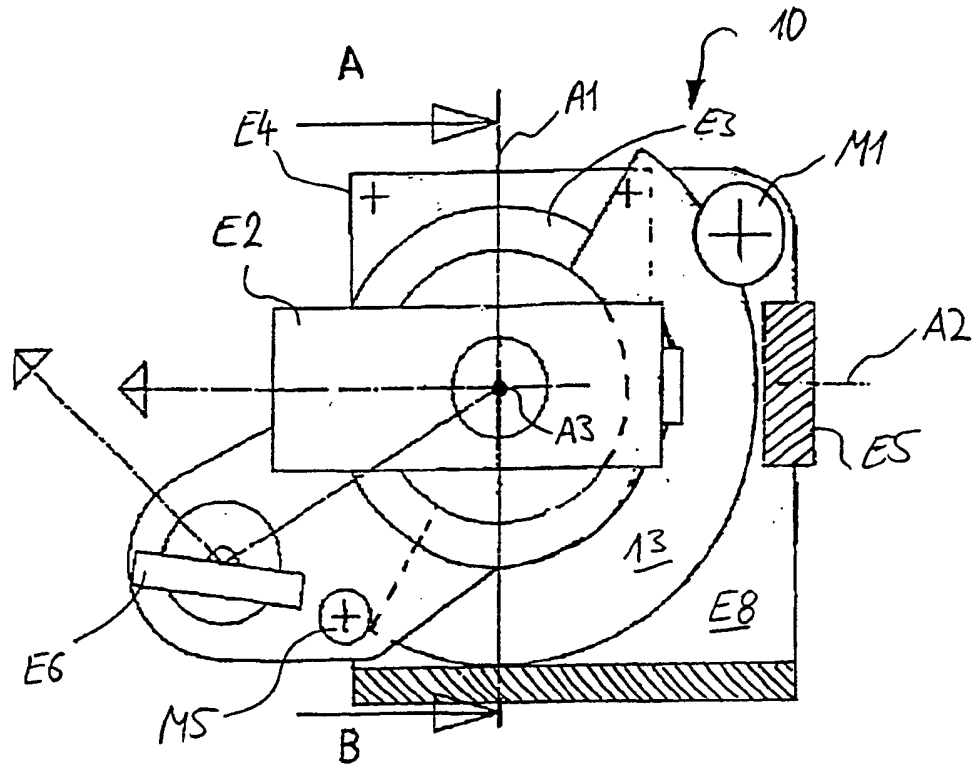


Fig. 7

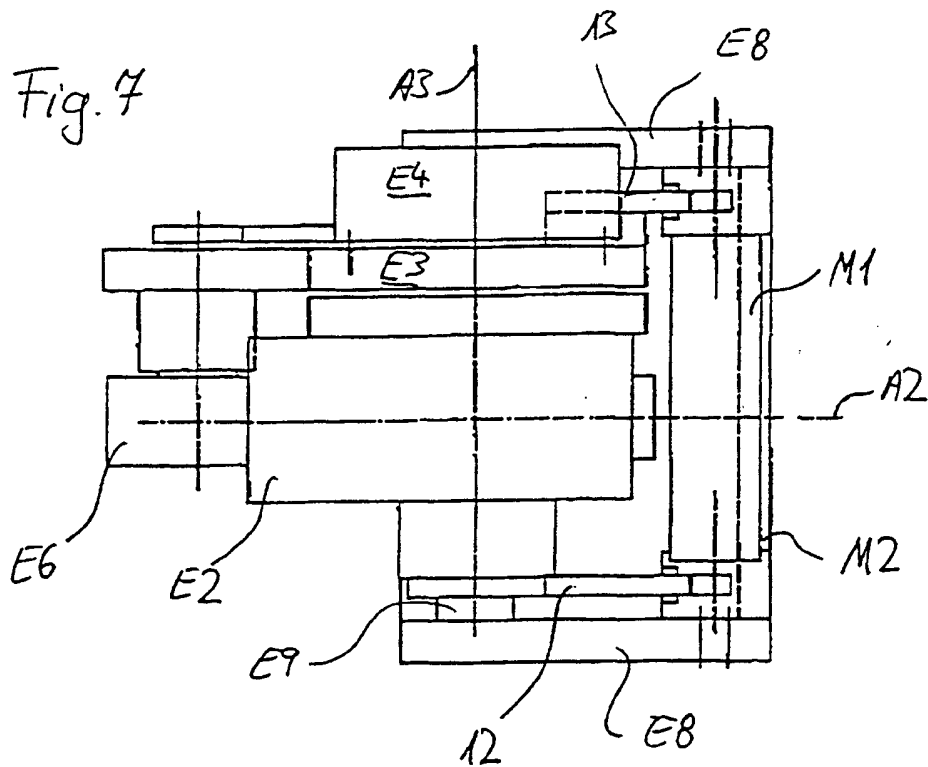




Fig. 8

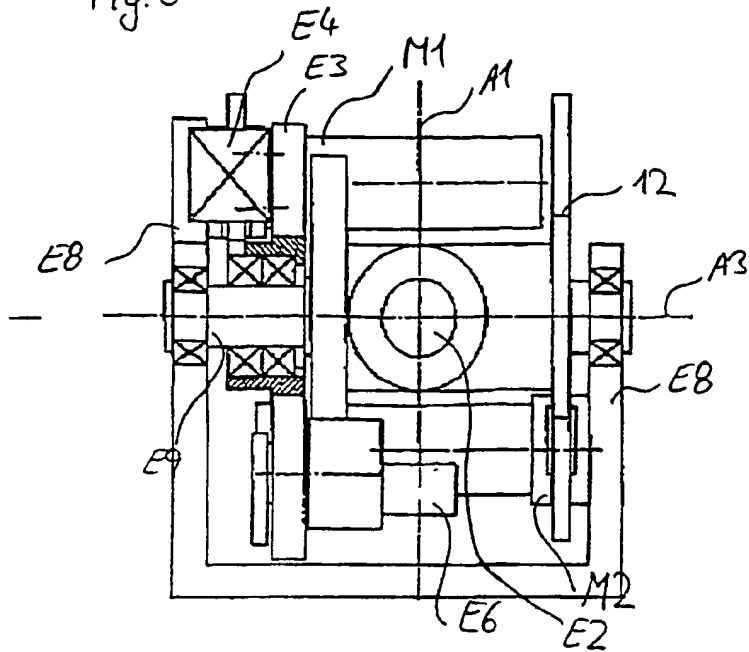
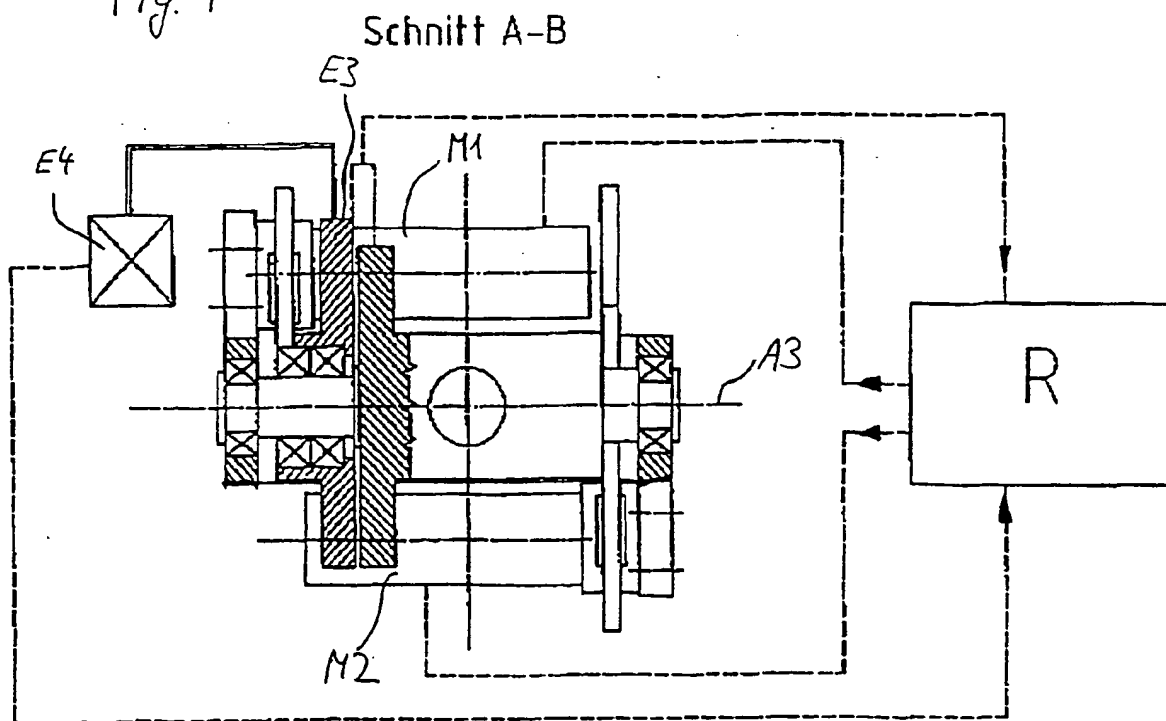


Fig. 9







## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
12.03.2003 Patentblatt 2003/11

(51) Int Cl.7: G01C 15/00, G01C 15/10

(43) Veröffentlichungstag A2:  
14.11.2001 Patentblatt 2001/46

(21) Anmeldenummer: 01111164.8

(22) Anmeldetag: 10.05.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Platte, Daniel, Dr. rer.nat. Dipl.-Phys.  
45277 Essen (DE)  
• Sahle, Kurt, Dipl.-Ing.  
58285 Gevelsberg (DE)

(30) Priorität: 10.05.2000 DE 10022796

(74) Vertreter: HOFFMANN - EITLE  
Patent- und Rechtsanwälte  
Arabellastrasse 4  
81925 München (DE)

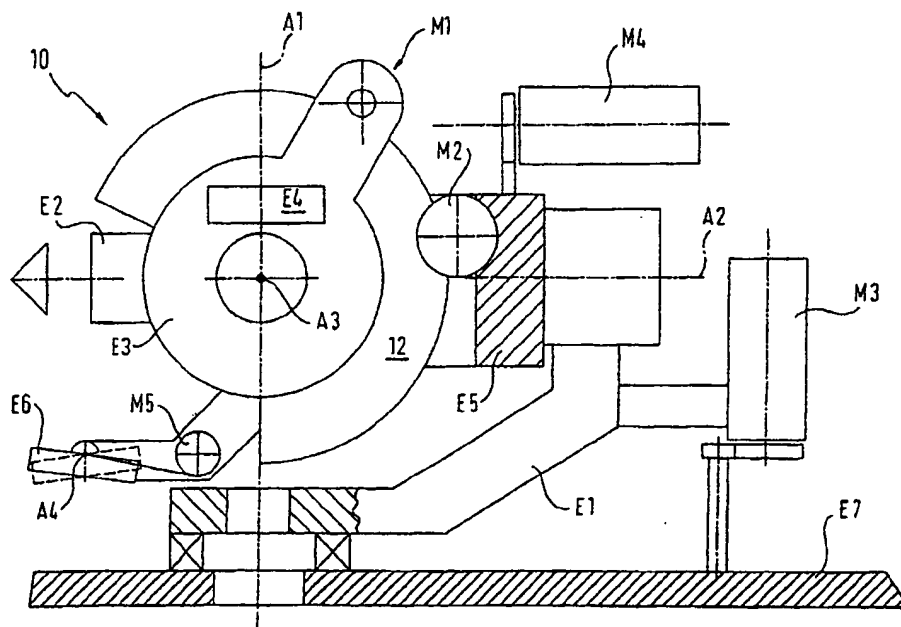
(71) Anmelder: Quante Baulaser GmbH  
45525 Hattingen (DE)

(54) Lasermessgerät und Verfahren zum Ausrichten eines Laserstrahls

(57) Ein Lasermessgerät weist eine Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2), ein Steigungsmesswerk (E3), das sowohl relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) als auch zusammen mit dieser verdrehbar ist, eine Einrichtung (M1) zum Verdrehen des Steigungsmesswerks (E3) bezüglich der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2), eine Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) zusammen mit dem Steigungsmesswerk (E3) bezüglich des Messgeräts (10) um eine Drehachse (A3), und ein Dreh-Eingriffselement (12) auf, das mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) fest verbunden ist und die Drehachse (A3) derselben zumindest teilweise umgibt.

gungseinrichtung (E2), eine Einrichtung (M2) zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) zusammen mit dem Steigungsmesswerk (E3) bezüglich des Messgeräts (10) um eine Drehachse (A3), und ein Dreh-Eingriffselement (12) auf, das mit der Laserstrahlerzeugungseinrichtung (E2) fest verbunden ist und die Drehachse (A3) derselben zumindest teilweise umgibt.

Fig. 1





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 01 11 1164

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 352 560 A (NESSEL DECEASED JIRI M ET AL) 5. Oktober 1982 (1982-10-05)	1,3,4	G01C15/00
A	* Spalte 2, Zeile 20 - Zeile 60 *	5-7,12,13	G01C15/10
	* Spalte 4, Zeile 4 - Spalte 5, Zeile 20; Abbildung 1 *		
	---		
X,D	EP 0 699 891 A (TOPCON CORP) 6. März 1996 (1996-03-06)	1,3,4,12,13	
A	* das ganze Dokument *	5-7	
	---		
X	US 5 636 018 A (HIRANO SATOSHI ET AL) 3. Juni 1997 (1997-06-03)	1,3,4,7,12,13	
A	* das ganze Dokument *	5,6	
	---		
X	US 5 839 199 A (OGAWA YOHEI) 24. November 1998 (1998-11-24)	1,3,4,6,12,13	
A	* das ganze Dokument *	5,7	
	---		
A	DE 198 14 149 A (QUANTE BAULASER GMBH) 14. Oktober 1999 (1999-10-14)	1,3-7,12,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
	* Spalte 7, Zeile 7 - Spalte 8, Zeile 34; Abbildungen 1-3 *		G01C
	---		
X	US 5 531 031 A (GREEN KEVIN D) 2. Juli 1996 (1996-07-02)	14-19	
A	* Spalte 3, Zeile 26 - Spalte 5, Zeile 22 *	2,8-11	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,7-9 *		
	---		
X	US 4 988 192 A (KNITTEL RONALD A) 29. Januar 1991 (1991-01-29)	14-21	
	* das ganze Dokument *		
	---		
	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13. Januar 2003</b>	
		Prüfer <b>Passier, M</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : mündliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (p04003)



Europäisches  
Patentamt

Nummer der Anmeldung

EP 01 11 1164

### GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung mehr als zehn Patentansprüche.

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn sowie für jene Patentansprüche erstellt, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn Patentansprüche erstellt.

### MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- ☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- ☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 11 1164

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 00 14480 A (CONNELLY MICHAEL) 16. März 2000 (2000-03-16) * Seite 8, Zeile 28 - Seite 11, Zeile 25 * * Seite 14, Zeile 17 - Zeile 21 * * Seite 16, Zeile 14 - Seite 17, Zeile 27 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,8-10,12 *	14-20	
X	US 5 572 797 A (CHASE GEORGE) 12. November 1996 (1996-11-12) * Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 7, Zeile 10; Abbildungen 1-9 *	14-19	
X	US 3 909 952 A (LAGASSE GUY) 7. Oktober 1975 (1975-10-07) * Spalte 12, Zeile 35 - Zeile 54 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 *	14-19	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13. Januar 2003</b>	Prüfer <b>Passier, M</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 02 (P04003)



Europäisches  
Patentamt

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT  
DER ERFINDUNG  
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 01 11 1164

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

**1. Ansprüche: 1,3-7,12,13**

Lasermessgerät mit einer Laserstrahlerzeugungseinrichtung, einem relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung verdrehbaren Steigungsmesswerk und Einrichtungen zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung und des Steigungsmesswerks über einem Dreh-Eingriffselement, wobei die Laserstrahlerzeugungseinrichtung \*zusammen mit\* dem Steigungsmesswerk verdrehbar ist.

**2. Ansprüche: 2,8-11**

Lasermessgerät mit einer Laserstrahlerzeugungseinrichtung, einem relativ zur Laserstrahlerzeugungseinrichtung verdrehbaren Steigungsmesswerk und Einrichtungen zum Verdrehen der Laserstrahlerzeugungseinrichtung und des Steigungsmesswerks über einem Dreh-Eingriffselement, wobei die Laserstrahlerzeugungseinrichtung \*relativ zum\* Steigungsmesswerk verdrehbar ist.

**3. Ansprüche: 14-21**

Lotübertragungsverfahren mittels eines Laserstrahls von einem Lasermessgerät mit einer verdrehbaren Laserstrahlerzeugungseinrichtung.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 1164

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-01-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4352560 A	05-10-1982	KEINE	
EP 0699891 A	06-03-1996	JP 8068629 A	12-03-1996
		CN 1128860 A,B	14-08-1996
		DE 69522058 D	13-09-2001
		DE 69522058 T	15-11-2001
		US 5655307 A	12-08-1997
US 5636018 A	03-06-1997	JP 3226970 B	12-11-2001
		JP 6026861 A	04-02-1994
		US 5485266 A	16-01-1996
US 5839199 A	24-11-1998	JP 2991600 B	20-12-1999
		JP 7077422 A	20-03-1995
		US 5606802 A	04-03-1997
DE 19814149 A	14-10-1999	KEINE	
US 5531031 A	02-07-1996	KEINE	
US 4988192 A	29-01-1991	DE 3838512 C	11-01-1990
WO 0014480 A	16-03-2000	AU 6068199 A	27-03-2000
US 5572797 A	12-11-1996	KEINE	
US 3909952 A	07-10-1975	CA 1022333 A	13-12-1977

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**